



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申請日：西元 2003 年 03 月 20 日  
Application Date

申請案號：092204351  
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 7 月 24 日  
Issue Date

發文字號：09220748330  
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

## 新型專利說明書

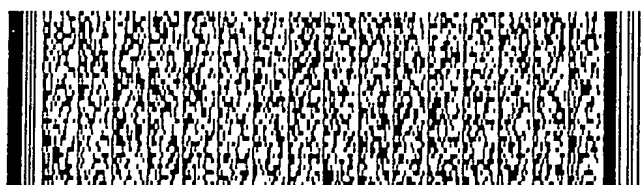
一、 新型名稱	中 文	磁氣熱量熱傳結構
	英 文	
二、 創作人 (共3人)	姓 名 (中文)	1. 江旭政 2. 楊秉純 3. 胡耀祖
	姓 名 (英文)	1. 2. 3.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 新竹市金城一路52巷1弄9號4樓 2. 新竹縣竹東鎮中興路四段1030巷21號 3. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號
	住居所 (英 文)	1. 2. 3.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	名稱或 姓 名 (英文)	1.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1.
	代表人 (中文)	1. 翁政義
代表人 (英文)	1.	



四、中文創作摘要 (創作名稱：磁氣熱量熱傳結構)

一種磁氣熱量熱傳結構，係配置於一可間歇性作用的  
可控制磁場中，其係包括以磁氣熱量效應材料所製成的吸  
放熱單元，以令其受該可控制磁場之作用而可產生一溫度  
變化，以及至少一組具有蒸發部與冷凝部的熱管元件，其  
係相對地分別設於該吸放熱單元上，且分別突出於該吸放  
熱單元的上、下兩端側一定長度，以當該可控制磁場作用  
而令該吸放熱單元產生吸熱時，該外露出下端側的熱管元  
件可將熱量上傳至該吸放熱單元中，並當該可控制磁場作  
用以令該吸放熱單元產生放熱時，使吸放熱單元中之熱量  
傳遞至外露出上端側的熱管元件，以排至外界並形成一磁  
氣冷凍系統，進而達至構造簡單、成本低廉與可微型化之  
目的與功效。

英文創作摘要 (創作名稱：)

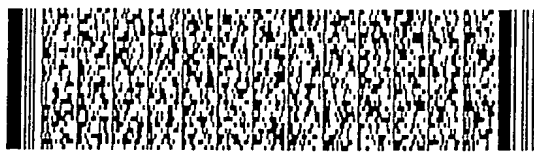


四、中文創作摘要 (創作名稱：磁氣熱量熱傳結構)

本案代表圖：第 1 圖

1	磁氣熱量熱傳結構	5	磁場
10	磁氣作業單元	10a	磁場作用面
11	磁氣熱量效應材料	12	分隔層
20	單向熱傳元件	21	工作流體
22a	熱管排熱端	22b	熱管吸熱端
23	毛細結構	25a	排熱熱管
25b	吸熱熱管	30	金屬容器
a	蒸發部	b	冷凝部

英文創作摘要 (創作名稱：)



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第一百零五條準用  
第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第一百零五條準用第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第九十八條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：



## 五、創作說明 (1)

### 【創作所屬之技術領域】

本創作係關於一種磁氣熱量熱傳結構，尤指一種構造簡單、成本低廉且具有高熱傳效率的微型化磁氣熱量熱傳結構。

### 【先前技術】

磁氣熱量效應 (MCE, Magnetocaloric Effect) 係指對一般過渡金屬 (Transition Metal) 或鏷系 (Lanthanide-series) 稀土族元素等具有鐵磁性 (Ferromagnetic) 的材料而言，當其受到磁化或消磁時材料本身所產生的溫度變化現象，此效應之形成係由於當材料內部之電子受到一外加磁場作用時，內部磁氣自旋 (Spin) 之自由度 (磁矩) 將因該磁場作用而產生較規則的排列，造成磁氣熵值 (Entropy) 降低，而產生亂度下降所致的排熱現象，此時該材料即可發熱升溫，同理，當磁場移除時，該鐵磁性材料中的磁矩將立即呈現較不規則性的排列，導致亂度上升而需進行吸熱，此時材料即呈現降溫，其過程可如第 9 圖所示。

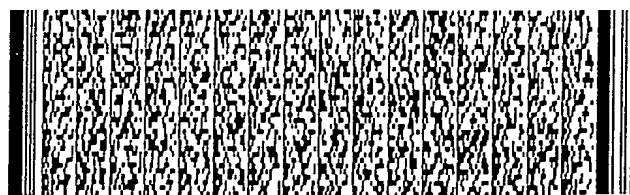
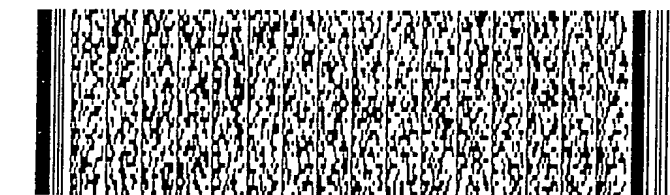
此一磁氣熱量效應可用以取代習知蒸氣壓縮式冷凍機 (例如冷氣機) 中所使用的氣體壓縮循環，以解決氣體壓縮循環中冷媒所致之溫室效應問題，同時亦可避免壓縮機所產生的震動與噪音，第 10 圖所示即為習知氣體壓縮循環 2 與磁氣熱量循環 4 之比較圖，其係以壓力與磁場、體積與磁化之關係進行對應，一般氣體壓縮循環 2 係藉由對氣體所施與之壓縮膨脹，令該氣體分子改變其分布狀態而產生



## 五、創作說明 (2)

熵變化，例如圖示步驟 a 至步驟 b 所進行之壓縮所導致的升溫排熱，或步驟 c 至步驟 d 的膨脹作用所致之降溫吸熱；而該由兩個等溫與等磁場過程所組成之磁氣熱量循環 4 係藉由一外加磁場改變該磁性體的旋轉方向，同樣可達至相仿的熵變化效果，亦即圖示步驟 A 至步驟 B 中，當施加磁場而令其內部產生較規則的排列時，可與該氣體壓縮循環 2 中氣體被壓縮時產生相同的升溫排熱效應，反之，當步驟 C 至步驟 D 中該磁場移除而使材料內部產生較不規則之排列時，即與氣體膨脹時同樣可降溫而對外界進行吸熱；同時，該磁氣熱量循環 4 中所變化的磁矩之可逆性顯然遠較該氣體受壓縮膨脹後之可逆性來得大，僅需藉由磁場之產生與移除即可達成該可逆效果，此優越特性將使磁氣冷凍循環之能源效率遠較習知壓縮式冷凍機來得高，只要磁場強度在 5 特士拉 (Tesla) 以上 (例如一般超導磁鐵)，其效率即可達至理想卡諾 (Carnot) 循環的 50~60% 以上；同時，由於該磁氣冷凍循環中進行熵變化的磁氣熱量效應材料係為一固體，其熵密度將較壓縮式冷凍機來得高，且其溫度改變狀態亦將遠較壓縮式冷凍機所使用之流體來得均勻。

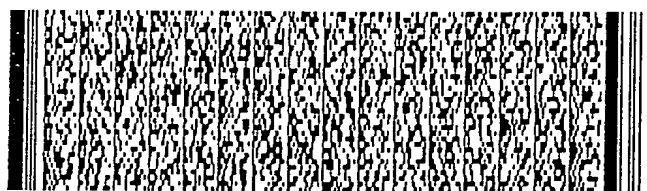
此一新興發展的磁氣冷凍機 (Magnetic refrigerator) 雖具有高效率且不需使用冷媒等低污染優點，惟於實際運用上仍存有設計與製造上的難度，因為要將前述之合金材料平順地移入與移出一高強度磁場，以快速將其內部所儲存的高密度熱量取出並非一易事，且如欲達至該磁氣冷凍機所具有的最高熱傳效率，其熱交換機制



### 五、創作說明 (3)

之設計即十分重要，例如一與該合金材料間有大接觸面積的熱傳流體，或一高散熱面積的熱交換器等，因此，如欲發揮磁氣冷凍機較習知技術優越之熱傳特性，勢必得搭配至少一精密設計的磁氣熱量效應材料（移動或轉動）動件、磁場產生動件、熱傳流體管路與閥件、或者相互搭配的高效率熱交換器等，而若欲配置此些構件，顯然將造成系統構件複雜、成本昂貴與難以微型化等諸多缺點；此外，過多的搭配動件與閥件亦可能增加系統的不穩定性與運轉時之磨耗噪音，形成磁氣冷凍機或其他相關磁氣冷凍系統發展上的一大障礙。

目前已開發完成的習知磁氣冷凍機均無法避免前述之缺點，如第11圖所示的迴轉式磁氣冷凍機70，其係配置一可產生高強度磁場的超導磁鐵71，並以一馬達72驅動一可控制的迴轉盤73，該迴轉盤73係以一可產生磁相變的磁氣熱量效應材料製成，且其兩端並分別裝設有流體通道74，該系統之運作即係藉由該迴轉盤73轉入/轉出該磁場所致之磁氣熱量效應，以令該迴轉盤73上進入/移出的特定區一段產生一快速升降溫現象，此時該流體通道74上可導入一藉由閥件所控制的熱傳流體75，以於熱交換後分別帶走所需之高溫與低溫流體，進而可產生冷凍效果，該熱傳流體75之流動需搭配該迴轉盤73的轉速（約10 r.p.m.）進行一精準控制，務使該熱傳流體75之流速與該迴轉盤73之轉速可相互搭配以令其完成充分之熱交換，方可減少能量損失，此些組成系統運作的轉動件、閥件及其所搭配之控制





#### 五、創作說明 (4)

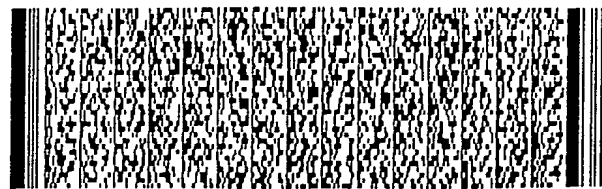
系統，均需較高的成本與精密之設計方可達成，同時亦可能增加系統運作時的不穩定性與磨耗損失；此外，日本中部電力研究所與東芝公司所開發的移動式磁氣冷凍機 80 亦同樣有此問題，其係如第 12 圖所示，利用一可移動的永久磁鐵 81，亦即將該用以產生磁場的永久磁鐵 81 製成可平移之移動件 85，其運作原理係藉由該永久磁鐵 81 之移動使其所相鄰配置的磁氣作業單元 82（由磁氣熱量效應材料製成）產生一升溫降溫現象，復導入一由閥件 83 所精準控制的熱傳流體 84，藉此於熱交換後進行排熱或吸熱，惟此一熱傳流體 84 輸送與閥件 83 切換之動作亦同樣可能造成能量損失與負載增加，且欲達成該精準搭配的移動件 85 與閥件 83 亦增加了系統的不穩定性，與前述迴轉式磁氣冷凍機 70 同樣具有構造複雜、成本昂貴與難以微型化的缺點，進而形成熱傳效率的降低與冷凍供應能力之不穩定。

因此，如何開發一種構造簡單、成本低廉且可微型化的磁氣熱量熱傳結構，以令其發揮高熱傳效率，同時可於製成磁氣冷凍機時減少該系統之閥件與動件，以提供較穩定之冷凍供應量，無疑是此相關學術產業領域所迫切面臨的研發課題。

#### 【創作內容】

因此，本創作之一目的即在提供一種具有高熱傳效率的磁氣熱量熱傳結構。

本創作之另一目的即在提供一種構造簡單的磁氣熱量熱傳結構。



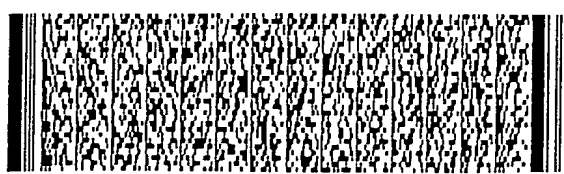
##### 五、創作說明 (5)

本創作之再一目的即在提供一種成本低廉的磁氣熱量熱傳結構。

本創作之又一目的即在提供一種可運用於微型系統的磁氣熱量熱傳結構。

本創作之次一目的即在提供一種可運用於磁氣冷凍機的磁氣熱量熱傳結構，以減少磁氣冷凍機之系統閥件與動件，並提供較穩定的冷凍供應能力。

為達前述及其他目的，本創作所提供之磁氣熱量熱傳結構，係配置於一可間歇性作用的可控制磁場中，其係包括有至少一吸放熱模組，且每一吸放熱模組包括：磁氣作業單元，係由具有磁氣熱量效應的材料所製成，以令其受到該可控制磁場之磁化與消磁時可分別產生溫度之變化並進行吸放熱；至少一具有第一蒸發部與第一冷凝部的第一熱管元件，係以其第一冷凝部接置於該磁氣作業單元上並令其第一蒸發部向下外露出該磁氣作業單元；以及至少一具有第二蒸發部與第二冷凝部的第二熱管元件，係以其第二蒸發部接置於該磁氣作業單元上並令其第二冷凝部向上外露出該磁氣作業單元；其中，當該可控制磁場移除以使該磁氣作業單元產生吸熱時，該第一熱管元件可藉充填其中之工作流體將熱量自其第一蒸發部上傳至第一冷凝部，並傳遞至該磁氣作業單元中，而當該可控制磁場作用以使該磁氣作業單元產生放熱時，可將熱量排至該第二熱管元件之第二蒸發部，並藉充填其中之工作流體將其傳遞至該第二冷凝部且排至外界，進而形成一磁氣冷凍系統。



##### 五、創作說明 (6)

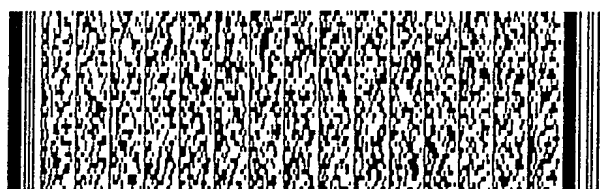
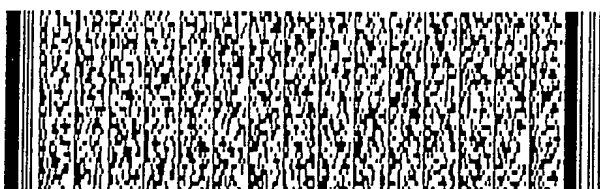
該具有磁氣熱量效應的材料係為一以釷 (Gd)、矽 (Si) 與鍺 (Ge) 三種元素依  $Gd_5(Si_xGe_{1-x})_4$  之比例所混合而成的磁氣熱量效應材料，可將其製成粉末狀後充填而成所需之磁氣作業單元，或以該磁氣熱量效應材料所沉積而成之磁氣熱量效應合金薄膜製成該磁氣作業單元。

因此，本創作即係將熱管接置於一磁氣熱量效應材料上，藉由該磁氣熱量效應材料於受磁場磁化/消磁後之磁相變現象，產生一可變溫的吸放熱機制，輔以具高熱傳效率且無須導熱動件之熱管作為熱傳機制，以該熱管中所充填之工作流體為一熱傳介質，傳遞外界熱量至該合金材料中儲存，或傳遞該合金材料所排出之熱量至外界，以避免使用習知氣體壓縮循環之高污染冷媒或習知磁氣冷凍循環之高磨耗噪音的熱傳動件，同時發揮構造簡單、成本低廉與可微型化之功效。

此外，如將複數個本創作之磁氣熱量熱傳結構配置於一冷凍系統中，例如外接一可流經各熱管之吸放熱端的熱交換流體，亦可運用本創作以形成一磁氣冷凍機，以省去習知磁氣冷凍機所配置之高精度配合動件與閥件，提昇系統穩定性與冷凍供應能力。

##### 【實施方式】

本創作之磁氣熱量熱傳結構的較佳實施例係如第 1 圖所示，其係配置一由磁氣熱量效應材料所製成的磁氣作業單元 10，並於該磁氣作業單元 10 之相對兩側表面上分別裝設一單向熱傳元件 20，並令該二單向熱傳元件 20 間具有一

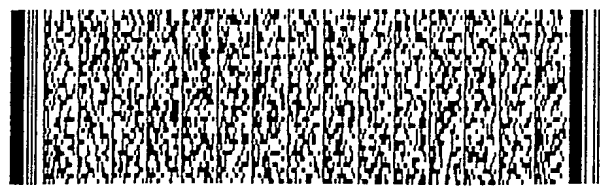
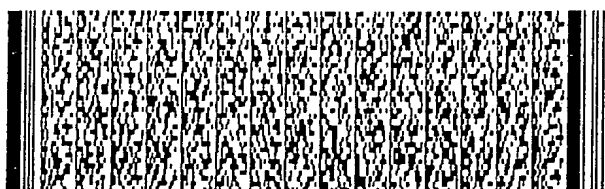


#### 五、創作說明 (7)

高度差，以使該二單向熱傳元件 20 之其一向上外露出該磁氣作業單元 10 之頂部，另一向下外露出該磁氣作業單元 10 之底部，同時，該二單向熱傳元件 20 中係分別充填有一適量工作流體 21，並於充填後將其整體配置容設於一金屬容器 30 中，以令該磁氣作業單元 10 可受到一可控制之間歇性磁場 5 的作用。

該磁氣作業單元 10 係為以釷 (Gd)、矽 (Si) 與鍺 (Ge) 三種元素依一定比例所混合而成之合金材料 11，其配方比例係為  $Gd_5(Si_xGe_{1-x})_4$ ，該  $x$  值可視本實施例之使用需求調整以改變該合金材料 11 的磁氣熱量效應，其組成比例不同，因內部相變所產生之溫度變化範圍亦將隨之改變，同時，該合金材料 11 形成磁氣作業單元 10 的方式係有兩種，一為以充填方式充填粉末狀的合金材料 11 以形成預定之形狀，如第 1 圖所示之方形，另一形成方式則係以例如奈米製程等相關成膜技術，形成一預定厚度的合金薄膜，以加工製成所需的磁氣作業單元 10，兩種形成方式端視使用者的成本與品質需求而定。前揭合金材料僅為現有已知材料技術中具有最佳磁氣熱量效應的磁氣熱量效應材料，惟本創作可使用之磁氣作業單元 10 材料並非僅限於該種合金，其他釷 (Gd) 類化合物例如  $GdNi$ 、 $Gd_5(Si_2)$ 、 $Gd_3Ga_5O_{12}$  或  $GdPd$  等材料，同樣可依前述兩種形成方式製成本創作所需之磁氣作業單元 10。

而當使用者欲將本創作配置於可控制之磁場 5 以令該磁氣作業單元 10 受該磁場 5 作用時，可將該磁氣作業單元



#### 五、創作說明 (8)

10之作用面 10a配置於與該磁場 5垂直之方向，以令其可接受一最大之磁場 5，亦即通過該作用面 10a之磁通量最高，以得較佳熱傳效率；此外，如第 1圖所示，該加工製成方形（亦可為其他形狀）的磁氣作業單元 10中，每隔一定之高度即配置有一分隔層 12，該分隔層 12係以樹脂（Epoxy）材料製成。

此較佳實施例中所使用之單向熱傳元件 20係如第 1圖所示為一細長中空的封閉式熱管 25a、25b，其係利用熱管可以小表面積傳遞高熱量的特性，以及其所運用之熱虹吸毛細現象原理，向上傳遞前述充填於該熱管 25a、25b底部或底部內壁上之工作流體 21；該熱管 25a、25b係如圖所示，於其下半段內壁設計有毛細結構 23（Wick），以使該工作流體 21可進行單向熱傳並避免熱回傳現象之發生，同時，其上半段之內壁係設計為裸壁，外壁周圍則可裝設吸熱用凸片或鰭片（Fin）（未圖示），以提昇熱傳效率，此外，除圖示之實施例外，亦可將該熱管 25a、25b設計為整管內壁裸壁或整管均設有毛細結構 23之狀態，同樣可達熱傳之效果。

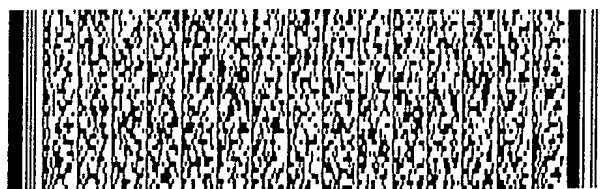
該熱管管壁係以銅、不銹鋼或鎢等所圍置而成，而該工作流體 21則可選用液態水、水銀、丙酮、液態氮或酒精（Ethanol）等流體，惟如同該磁氣作業單元 10之材料所選用的合金比例般，該工作流體 21之選擇亦可視待使用系統之排熱或冷凍需求而定，以選擇具有適當蒸發/凝結點的流體，例如若使用系統為接近常溫，則可使用水、酒精等



#### 五、創作說明 (9)

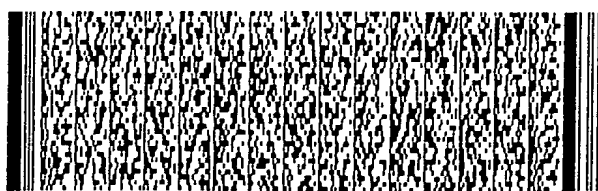
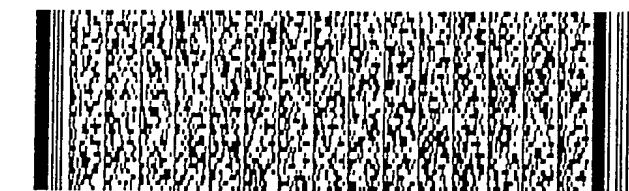
工作流體，若為零下之低溫，則可考慮使用液態氮等，且不同熱管中亦不限於需充填同一工作流體 21，僅需令該工作流體 21 可伴隨該磁氣熱量效應材料之磁化 / 消磁而蒸發即可。

該分別配置於磁氣作業單元 10 兩側表面的熱管 25a、25b 間係具有一高度差，以令其兩者可分別發揮排熱與吸熱之不同功效，可如圖所示設計成使右側排熱熱管 25a 具有一向上突出該磁氣作業單元 10 的外露排熱端 22a，使左側吸熱熱管 25b 具有一向下突出該磁氣作業單元 10 的外露吸熱端 22b，而可令該兩熱管 25a、25b 分別於磁場 5 施加與移除時發揮排熱與吸熱的不同功效，其中，該熱管 25a、25b 之向上、向下外露端需如圖示具有一定長度之外露距離，以使其與未外露部分具有一定之溫度差，而可提昇後述運作原理所致之熱傳效能，其運作原理係可說明如下，當該磁氣熱量熱傳結構 1 受到一可控制的間歇性磁場 5 作用時，即可利用磁氣熱量效應令該磁氣作業單元 10 於該磁場 5 作用時產生磁相變而發熱，並於該磁場 5 移除時降溫吸熱，以分別定義該兩側之熱管 25a、25b 成一蒸發部 a 與冷凝部 b；而該間歇性磁場 5 之控制與施加頻率可依使用者之設計而定，例如配置一可交替充磁 / 消磁的靜止式電磁鐵（或超導磁鐵），或配置一具有永久磁鐵的往復移動 / 轉動動件，乃至將該磁氣熱量熱傳結構裝設於一動件上而可往復移經一固定式永久磁鐵等，均可形成所需之間歇性磁場 5；因此，當磁場 5 對該磁氣作業單元 10 進行磁化時，該磁



#### 五、創作說明 (10)

氣熱量效應材料 11 將發生熵變化而產生熱量，此熱量將令該磁氣作業單元 10 對熱管 25a、25b 進行散熱，以使位於該右側（排熱）熱管 25a 之蒸發部 a（熱管底部或管壁毛細結構 23）中的液態工作流體 21 蒸發（此時該左側熱管 25b 之上端亦將升溫），並於該右側熱管 25a 中呈氣態傳遞至熱管頂端 22a 之冷凝部 b，此時若該磁氣熱量熱傳結構 1 之頂部外接有一待熱系統，亦可加速該已蒸發工作流體 21 之傳遞，當此右側熱管 25a 中之流體傳遞至熱管頂端 22a 之冷凝部 b 並完成排熱（或將熱量送入該待熱系統）後，由於該冷凝部 b 外露並遠離該磁氣作業單元 10，因此該溫度下降之工作流體 21 將產生冷凝，進而凝結成液態並沿該冷凝部 b 內壁之裸壁回到該蒸發部 a 中，亦即逐漸下滑回到熱管 25a 底端或附著於其下半段壁上之毛細結構 23，繼續往復進行蒸發/冷凝的排熱循環；反之，該位於左側（吸熱）熱管底端 22b 蒸發部 a 之液態工作流體 21 由於向下外露出該磁氣作業單元 10，當磁場 5 施加時並不致立即產生蒸發，反而將於磁場 5 移除後（該磁氣作業單元 10 瞬間冷卻時），造成壓力改變並吸收冷凍負載的熱量而蒸發，此一蒸發後的氣態工作流體 21 將於該熱管 25b 中向上傳遞，並藉由該磁氣作業單元 10 降溫後對外界之吸熱作用，吸收該工作流體 21 與外界熱源（例如外接於底部的待冷卻系統）的熱量，達成冷凍之效果，此時，該工作流體 21 亦將於熱量流失後於該冷凝部 b 降溫而產生冷凝，並於凝結成液態後同樣沿其內壁之裸壁逐漸下滑至該熱管 25b 底端的蒸發部 a，繼續蒸發/冷凝

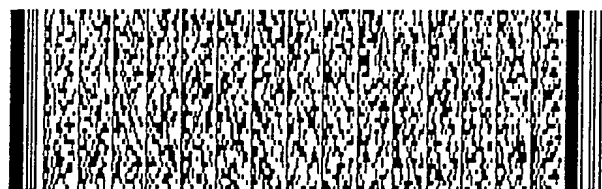


##### 五、創作說明 (11)

以進行下一次的吸熱循環，此即本實施例所形成之單方向熱傳機制，可利用該磁氣作業單元 10 吸收左側熱管 25b 帶進之外界熱量，並傳至右側熱管 25a 中以將該熱量排出至外界。

此一單方向熱傳機制即藉由左右兩側熱管 25 之高度差與外露部的設計，使該工作流體 21 分別蒸發、冷凝且進行吸熱/排熱，而可於該磁氣熱量熱傳結構 1 之頂部與底部分別發揮快速且高效率的加熱/冷凍功效，並可視使用者之需求而將該熱傳結構 1 運用或外接於不同系統中，例如可於該熱傳結構 1 之頂部與底部分別導入熱傳流體，以令該流體於流經此熱傳結構 1 時可分別進行排熱與冷卻之工作，亦可於該熱傳結構 1 之頂部與底部同時加裝複數個鰭片，以增加熱傳面積，提昇該熱傳流體之熱傳效率；除此之外，若不外接熱傳流體或閥件，亦可直接將該磁氣熱量熱傳結構 1 裝設於一待加熱或待冷卻系統中，例如可將本熱傳結構 1 之底部與一待冷卻系統接觸連接，即可發揮習知散熱器之功效，且由於本創作具有微小化之特性，因此可運用於電子散熱系統中扮演接觸熱傳之角色。

本創作之實施方式並不僅限於前述之較佳實施例，例如該單向熱傳元件 20 之配置位置與配置數量即可視需要進行改變，若考量材料與加工成本，該單向熱傳元件 20 亦可如第 2 圖所示僅配置單一元件於該磁氣作業單元 10 的單一側，此即本創作之第二實施例，其中，所配置之單一熱管 25 係可於磁場 5 施加與移除時，分別發揮排熱與吸熱之作





#### 五、創作說明 (12)

用，亦即當該磁氣作業單元 10 升溫時，藉由虹吸管或毛細現象附著於該毛細結構 23 上且潤濕該熱管 25 中段管壁的工作流體 21 即可吸熱蒸發，扮演排熱介質以將該磁氣作業單元 10 之熱量自該熱管 25 頂端排出；反之，當該磁氣作業單元 10 降溫時，同樣的工作流體 21 即扮演吸熱介質，可藉由該低溫磁氣作業單元 10 之吸熱動作，帶走熱管 25 底部熱源之熱量以將其傳遞至該磁氣作業單元 10 中；此外，該熱管 25 係如圖所示設計成同時外露出該磁氣作業單元 10 之頂部與底部，以令其具有較佳的排熱與冷凍功效，此時，上端外露部 22a 即為進行排熱時之冷凝部 b，下端外露部則為進行吸熱時之蒸發部 a，至於中段與該磁氣作業單元 10 接觸之管壁部分，將視磁場 5 之作用而定，其於該磁氣作業單元 10 發熱時係為一蒸發部 a，於該磁氣作業單元 10 吸熱時則成為一冷凝部 b；此外，本第二實施例之設計中由於該熱管 25 需同時負責排熱與吸熱，將可能致使其熱傳負載較高，且若磁場 5 之施加頻率較高時，該工作流體 21 亦可能無法完全傳遞熱量，使其熱傳效率略微降低，惟其仍具有成本低廉、構造簡單與微型化之功效。

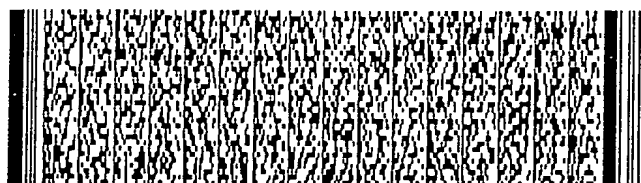
若利用前述兩實施例之配置進行組合，亦可將複數個氣熱量熱傳結構 1 連結，以較大體積之磁氣作業單元 10 與較多之熱管 25 達至較高的熱傳量，符合大型系統之需求，例如第 3A、3B 圖所示之熱傳結構（其中，第 3B 圖係由第 3A 圖之 A-A 方向所見之側視圖），係以四根向上外露與四根向下外露之熱管 25 配置而成，此為本創作之第三實施



#### 五、創作說明 (13)

例，可藉由一間歇性磁場 5 與流經該熱管 25 外露部的熱交換管路，藉由該管路中之熱傳流體與各熱管 25 所進行的熱交換進行排熱與冷卻之工作；此外，本創作亦可如第 4A、4B 圖所示直接連通各熱管 25 之外露部（其中，第 4B 圖係由第 4A 圖之 B-B 方向所見之側視圖），以使各熱管 25 中藉由氣態工作流體 21 所傳遞之熱量可直接進入其頂部之連通空間 29a 中，反之，亦可藉由相同原理令底部形成一可吸熱的連通空間 29b；而成為具有平整散熱面 28a 與吸熱面 28b 的磁氣熱量熱傳結構 1，由第 4B 圖之側視圖即可見此實施例之熱管 25 配置方式，此為本創作之第四實施例，此一實施例即可運用於前述之電子散熱系統中，藉由其平整吸熱面 28b，以接觸熱傳之方式接設於一待冷卻熱源，例如半導體封裝件等電子元件上，藉由另外配置的微小磁場產生裝置，發揮高熱傳效率的散熱功效。

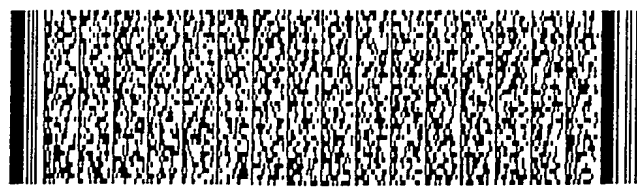
本創作之磁氣熱量熱傳結構 1 中，配置於該磁氣作業單元 10 內部或表面上的單向熱傳元件 20 並不僅限於前述實施例之熱管 25，任何具有熱傳特性而可傳遞工作流體 21 之熱傳件均可適用於本創作中，例如一般習知設計成板狀的熱傳板 26 (Heat Plate)，亦即平板型熱管，亦可如第 5 圖所示般與該磁氣作業單元 10 配置連接，此為本創作之第五實施例，該熱傳板 26 係以交替外露出該磁氣作業單元 10 之頂部與底部的配置方式配置，其運作原理亦與前述各實施例相同，藉由與該熱管 25 同樣具有熱虹吸與毛細現象之熱傳板 26，傳遞一預先充填於該熱傳板 26 底部的液態工作流



##### 五、創作說明 (14)

體 21 (未圖示)，以配合外部施與之間歇性磁場 5，達至排熱與冷凍之功效，該熱傳板 26 之底部內壁亦如同該熱管 25 般設有一毛細結構 23 (未圖示)，以令底部之工作流體 21 可藉毛細現象潤濕該毛細結構 23 的表面，並增加熱傳面積以提昇熱傳效應；如前所述，該複數個熱傳板 26 之外露部亦可連通而成一連通吸放熱空間，使形成一平整散熱 / 吸熱面，其配置近似於第 4A、4B 圖所示之熱管例，故不再另以他圖贅述；除此之外，本創作所提出之單向熱傳元件並非僅限於前揭之熱管 25 與熱傳板 26，依習知熱管之熱傳原理觀之，不論其形狀為何均不影響其熱傳效應，因此各式形狀之習知熱管元件亦皆符合本創作的設計需求而皆可運用於此一熱傳結構 1 中。

根據前述各實施例之揭示，可將本創作運用於各式熱傳循環系統中以實施其功效，例如第 6 圖所示之新興磁氣冷凍機 3 (Magnetic Refrigerator) 等磁氣冷凍系統，可將複數個磁氣熱量熱傳結構 1 配置連接成如圖所示之線性串列結構，並於該線性串列磁氣熱量熱傳結構 1 之一側配置一或複數個可產生約 1 特士拉 (Tesla) 磁場 5 的可動式永久磁鐵 8 移動動件 9，並對其進行移動控制，以令其依所設之速度沿該線性串列磁氣熱量熱傳結構 1 移動，進而可對該熱傳結構 1 中的各段磁氣作業單元 10 形成一間歇產生的磁場 5，此時僅需於該線性串列磁氣熱量熱傳結構 1 的吸熱 / 排熱端 25 外接一對應的熱交換管路與熱傳鰭片 50，即可藉由該熱交換管路中的熱傳流體 51 達至習知磁氣冷凍系

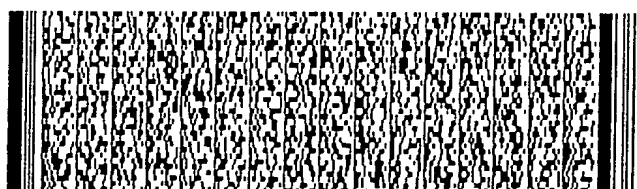
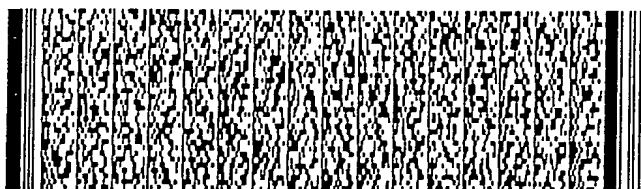


##### 五、創作說明 (15)

統之功效，由於此系統之組成構件極少，移動動件 9 的控制亦極為容易，且亦不需配置多餘閥件以切換該熱傳流體 51，將可大幅解決習知磁氣冷凍系統的問題。

若改變前述外加磁場 5 之產生方式，亦可配置本創作於第 7 圖所示之線性串列磁氣冷凍系統，其係於該線性串列磁氣熱量熱傳結構 1 之一側配置複數個等間隔的對應電磁鐵 7，該電磁鐵 7 可依使用者之控制而進行一固定頻率的交替充磁 / 消磁，以分別形成充磁電磁鐵 7a 與消磁電磁鐵 7b，亦可達至與前述可動式永久磁鐵 8 相同之功能：對該磁氣熱量熱傳結構 1 中的磁氣作業單元 10 施加一間歇性磁場 5；此一電磁鐵式磁氣冷凍機 3 可對系統施加一更高之磁場，具有較高熱傳效率，同時亦可省去所有動件與閥件之設計，且改以電磁控制取代習知系統的機械控制，亦可避免磨耗與噪音問題，並大幅增進系統運作之穩定性與製造加工難度。

而除了前述依線性串列組合所製成之磁氣冷凍機 3 外，本創作之磁氣熱量熱傳結構 1 亦可配置成其他排列形式，例如第 8 圖所示之多層結構熱傳系統 6，即係針對本創作所使用的磁氣熱量效應材料 11 之配方比例進行調整搭配，以適用於更大溫度範圍之應用系統，例如圖示之雙層結構 6，即可用以進行兩段式熱傳，其係於下層結構中選用合金材料  $Gd_5(Si_{1-x}Ge_{1-x})_4$ ，於上層結構選用合金材料  $Gd_5(Si_{1.985}Ge_{1.985}Ga_{0.03})$ ，以利用下層材料之單向熱傳效應將待冷卻流體之熱量傳遞至上層材料中，再藉上層



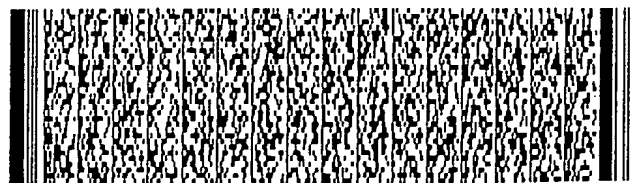
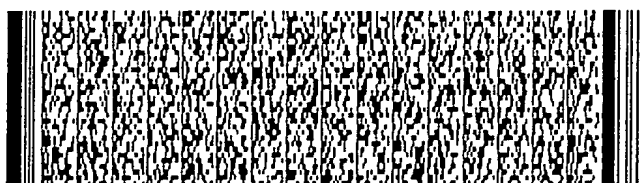
##### 五、創作說明 (16)

材料之單向熱傳效應將該熱量排至上方的排熱流體，而可進行  $3^{\circ}\text{C}$  至室溫  $37^{\circ}\text{C}$  間的熱量多層輸送，並可於該熱管 25 中視合金材料 11 而選用不同的工作流體 21，此一延伸應用系統亦可視需求進行變化，使用者可視所欲搭配的熱傳系統，針對磁氣熱量熱傳結構 1 之排列形式、排列層數、合金材料搭配比例、以及工作流體種類等進行最適之搭配設計，以達最佳熱傳效率，進而將本創作之功效發揮至最大。

因此，綜合前述各實施例與適用範例之說明，可證本創作確具有較習知特出之功效，惟本創作所使用之磁氣作業單元 10、單向熱傳元件 20、乃至磁場 5 產生方式並非僅限於前揭之合金材料或設計結構，所組合而成之應用系統亦非僅限於前述排列形式所致之磁氣冷凍機 3，包括其他冷凍空調系統、電子散熱系統或微流體系統等技術領域，乃至於燃料電池中製作低溫液態氫等，亦同樣可運用本創作之功效而對習知技術進行改良，端視使用者對本磁氣熱量熱傳結構所使用的配置組合方式而定。

綜上所述，本創作之磁氣熱量熱傳結構確具有高熱傳效率、構造簡單、成本低廉與可微型化之功效，同時若將運用於磁氣冷凍系統，亦可減少甚至完全省去習知之系統動件與閥件，降低系統運轉的磨耗與噪音，以提昇運轉穩定度，同時，復兼具有較穩定的冷凍供應能力，進而可節省能源並降低環境之污染。

惟以上所述者，僅為本創作之具體實施例而已，並非



五、創作說明 (17)

用以限定本創作之範圍，舉凡熟習此項技藝者在本創作所揭示之精神與原理下所完成的一切等效改變或修飾，仍應皆由後述之專利範圍所涵蓋。



## 圖式簡單說明

### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係本創作之磁氣熱量熱傳結構其第一實施例之側視圖；

第 2 圖係本創作之磁氣熱量熱傳結構其第二實施例之側視圖；

第 3A 及 3B 圖係本創作之磁氣熱量熱傳結構其第三實施例之示意圖；

第 4A 及 4B 圖係本創作之磁氣熱量熱傳結構其第四實施例之示意圖；

第 5 圖係本創作之磁氣熱量熱傳結構其第五實施例之示意圖；

第 6 圖係本創作之磁氣熱量熱傳結構運用於配置永久磁鐵之磁氣冷凍機示意圖；

第 7 圖係本創作之磁氣熱量熱傳結構運用於配置電磁鐵之磁氣冷凍機示意圖；

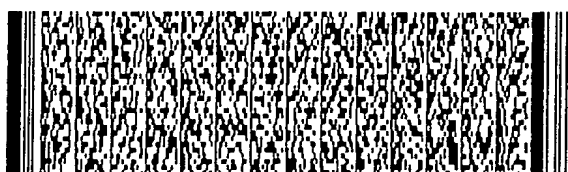
第 8 圖係本創作之磁氣熱量熱傳結構運用於多層結構熱傳系統之示意圖；

第 9 圖係磁氣熱量效應中磁場所形成之排熱吸熱效應示意圖；

第 10 圖係為磁氣熱量循環與習知之氣體壓縮循環之比較圖；

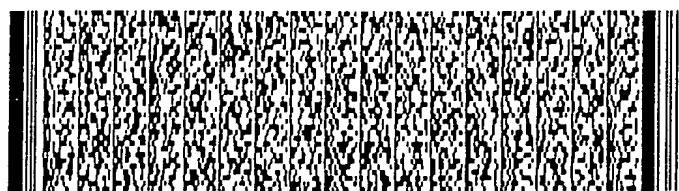
第 11 圖係為一習知迴轉式磁氣冷凍機示意圖；以及

第 12 圖係為一習知移動式磁氣冷凍機示意圖。



圖式簡單說明

- |     |          |     |          |
|-----|----------|-----|----------|
| 1   | 磁氣熱量熱傳結構 | 2   | 氣體壓縮循環   |
| 3   | 磁氣冷凍機    | 4   | 磁氣熱量循環   |
| 5   | 磁場       | 6   | 多層結構熱傳系統 |
| 7a  | 充磁電磁鐵    | 7b  | 消磁電磁鐵    |
| 8   | 永久磁鐵     | 9   | 永久磁鐵轉動動件 |
| 10  | 磁氣作業單元   | 10a | 磁場作用面    |
| 11  | 磁氣熱量效應材料 | 12  | 分隔層      |
| 20  | 單向熱傳元件   | 21  | 工作流體     |
| 22a | 熱管排熱端    | 22b | 熱管吸熱端    |
| 23  | 毛細結構     | 25  | 熱管       |
| 25a | 排熱熱管     | 25b | 吸熱熱管     |
| 26  | 熱傳板      | 28a | 平整散熱面    |
| 28b | 平整吸熱面    | 29a | 排熱連通空間   |
| 29b | 吸熱連通空間   | 30  | 金屬容器     |
| 50  | 鰭片       | 51  | 熱傳流體     |
| 70  | 迴轉式磁氣冷凍機 | 71  | 超導磁鐵     |
| 72  | 馬達       | 73  | 迴轉盤      |
| 74  | 流體通道     | 75  | 熱傳流體     |
| 80  | 移動式磁氣冷凍機 | 81  | 永久磁鐵     |
| 82  | 磁氣作業單元   | 83  | 閥件       |
| 84  | 熱傳流體     | 85  | 移動動件     |
| a   | 蒸發部      | b   | 冷凝部      |





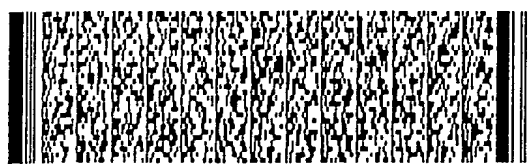
## 六、申請專利範圍

1. 一種磁氣熱量熱傳結構，係配置於一可控制磁場中，其係包括有至少一吸放熱模組，且每一吸放熱模組係包括：

吸放熱單元，其係由具有磁氣熱量效應的材料所製成，以令其受到該可控制磁場之磁化與消磁時可分別產生溫度之變化；以及

至少一熱管元件，其中，每一熱管元件均具有一蒸發部與一冷凝部，且每一熱管元件均係以該蒸發部與冷凝部其中至少一者接置於該吸放熱單元上，以令充填於該熱管元件中的工作流體可於該吸放熱單元產生溫度之變化時，自該蒸發部移動至該冷凝部以進行一熱傳。

2. 如申請專利範圍第1項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該熱管元件係為一可進行單向熱傳的單向熱管元件。
3. 如申請專利範圍第1項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該熱管元件係以附著於該吸放熱單元表面之方式接置於該吸放熱單元上。
4. 如申請專利範圍第1項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該熱管元件係以插置入該吸放熱單元之方式接置於該吸放熱單元上。
5. 如申請專利範圍第1項之磁氣熱量熱傳結構，其中，當每一吸放熱模組僅具有一熱管元件時，該熱管元件係同時以其蒸發部與冷凝部部分接置於該吸放熱單元上，此時該熱管元件係兼為一放熱與吸熱熱管元件。



六、申請專利範圍

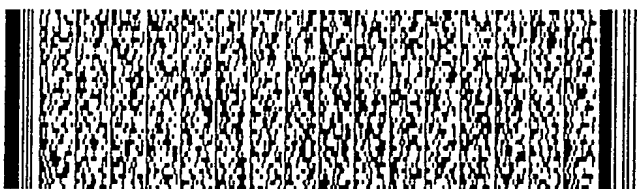
6. 如申請專利範圍第5項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該熱管元件之冷凝部係具有一向上外露出該吸放熱單元的放熱端，而其蒸發部則係具有一向下外露出該吸放熱單元的吸熱端。
7. 如申請專利範圍第1項之磁氣熱量熱傳結構，其中，當每一吸放熱模組具有至少二熱管元件時，該二熱管元件係分別為以其蒸發部接置於該吸放熱單元上的放熱熱管元件，以及以其冷凝部接置於該吸放熱單元上的吸熱熱管元件。
8. 如申請專利範圍第7項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該放熱熱管元件之冷凝部係具有一向上外露出該吸放熱單元的放熱端，而該吸熱熱管元件之蒸發部則係具有一向下外露出該吸放熱單元的吸熱端。
9. 如申請專利範圍第8項之磁氣熱量熱傳結構，其中，每一放熱熱管元件之放熱端係可為相互分隔與相互連通之任一者。
10. 如申請專利範圍第8項之磁氣熱量熱傳結構，其中，每一吸熱熱管元件之吸熱端係可為相互分隔與相互連通之任一者。
11. 如申請專利範圍第1項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該熱管元件之部分內壁上係設有一毛細結構(Wick)。
12. 如申請專利範圍第1項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該熱管元件之所有內壁均係為裸壁。
13. 如申請專利範圍第1項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該



六、申請專利範圍

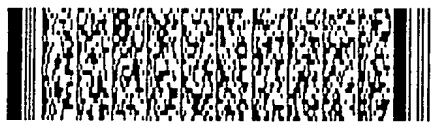
熱管元件之所有內壁均係設有一毛細結構。

14. 如申請專利範圍第 1 項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該具有磁氣熱量效應的材料係為一以釷 (Gd)、矽 (Si) 與鍺 (Ge) 依  $Gd_5(Si_xGe_{1-x})_4$  之比例所混合而成的磁氣熱量效應材料。
15. 如申請專利範圍第 1 項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該吸放熱單元係以該磁氣熱量效應材料所製成之粉末充填而成。
16. 如申請專利範圍第 1 項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該吸放熱單元係以該磁氣熱量效應材料所沉積而成之合金薄膜所製成。
17. 如申請專利範圍第 1 項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該吸放熱單元中係配置有複數層樹脂層，以對該磁氣熱量效應材料進行一區段化。
18. 如申請專利範圍第 1 項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該可控制磁場係為一交替充磁 / 消磁的靜止式電磁鐵所形成之磁場。
19. 如申請專利範圍第 1 項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該可控制磁場係為一交替充磁 / 消磁的靜止式超導磁鐵所形成之磁場。
20. 如申請專利範圍第 1 項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該可控制磁場係為一可動式永久磁鐵所形成之磁場。
21. 如申請專利範圍第 1 項之磁氣熱量熱傳結構，其中，該磁氣熱量熱傳結構係可加裝用以輸送熱傳流體以流經



六、申請專利範圍

- 該熱管元件的熱交換管路，以形成一磁氣冷凍機 (Magnetic Refrigerator)。



第 1/27 頁



第 2/27 頁



第 3/27 頁



第 4/27 頁



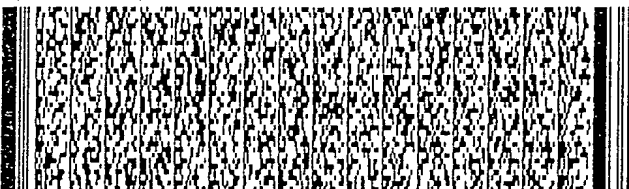
第 5/27 頁



第 5/27 頁



第 6/27 頁



第 6/27 頁



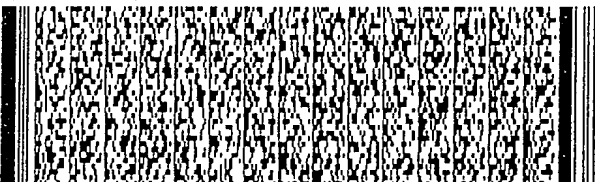
第 7/27 頁



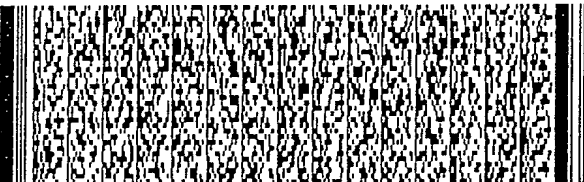
第 7/27 頁



第 8/27 頁



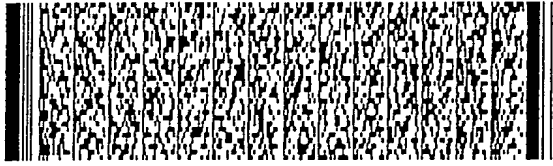
第 8/27 頁



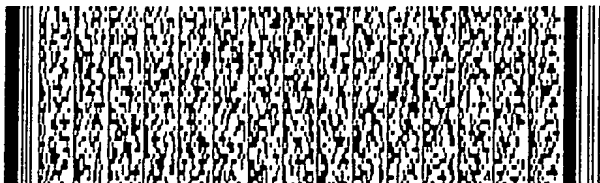
第 9/27 頁



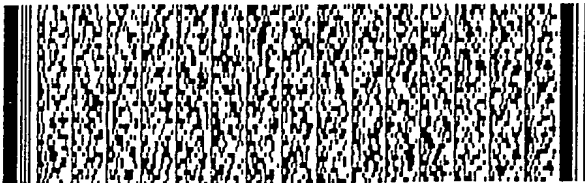
第 9/27 頁



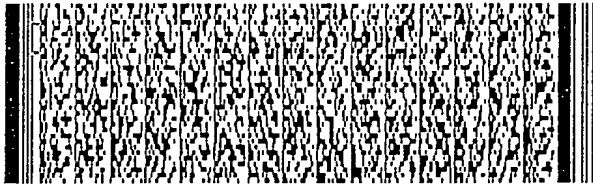
第 10/27 頁



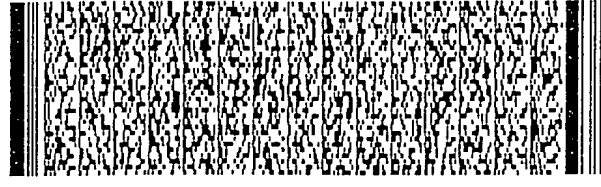
第 10/27 頁



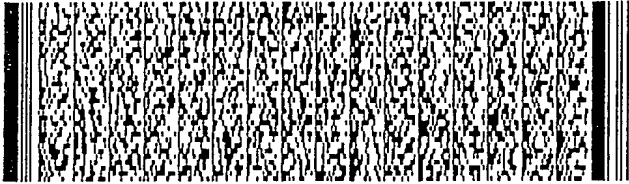
第 11/27 頁



第 11/27 頁



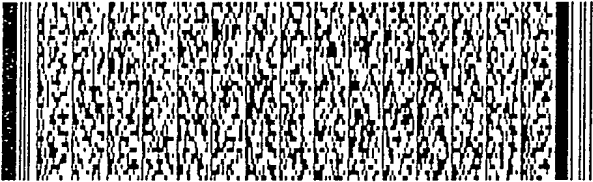
第 12/27 頁



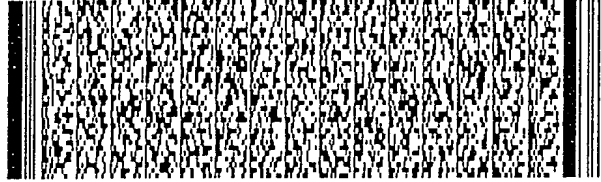
第 12/27 頁



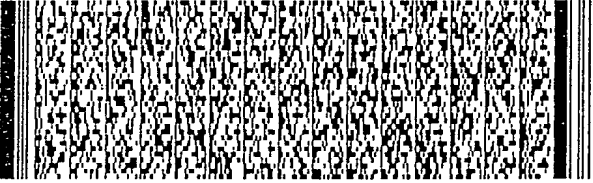
第 13/27 頁



第 13/27 頁



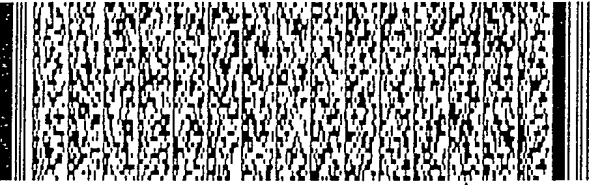
第 14/27 頁



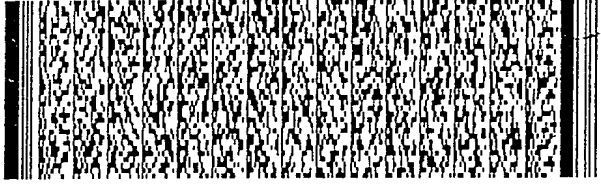
第 14/27 頁



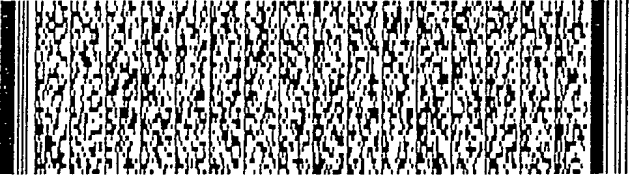
第 15/27 頁



第 15/27 頁



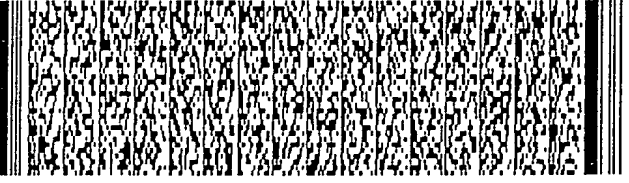
第 16/27 頁



第 16/27 頁



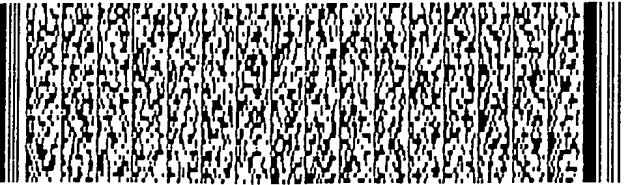
第 17/27 頁



第 17/27 頁



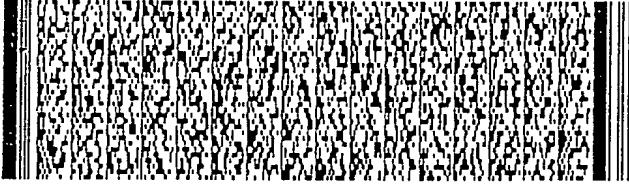
第 18/27 頁



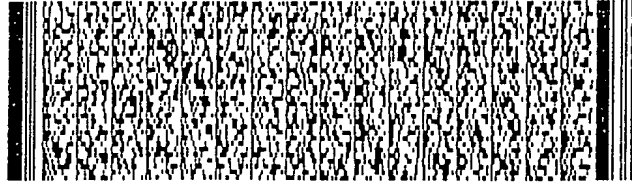
第 18/27 頁



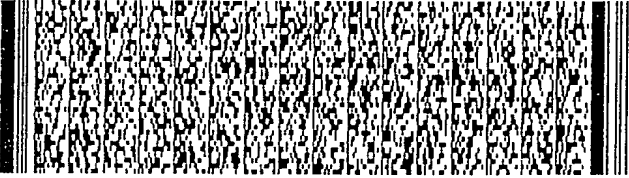
第 19/27 頁



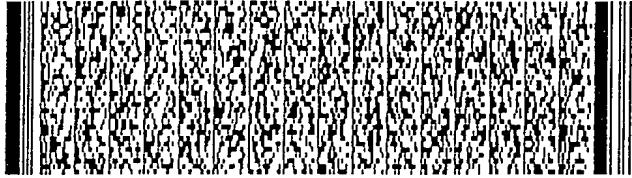
第 19/27 頁



第 20/27 頁



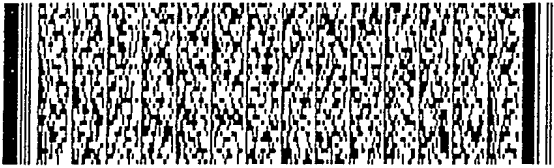
第 20/27 頁



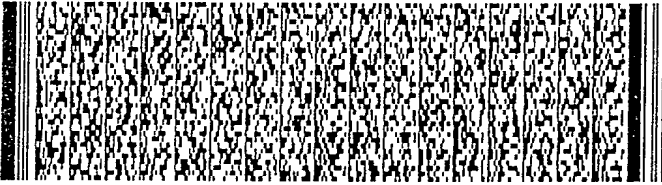
第 21/27 頁



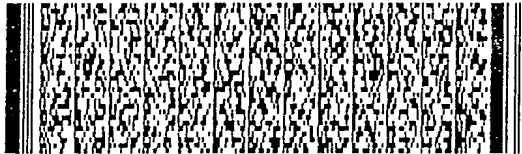
第 22/27 頁



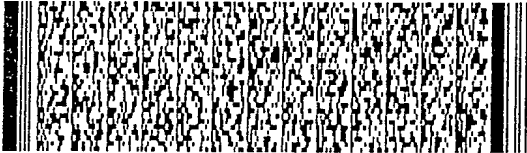
第 23/27 頁



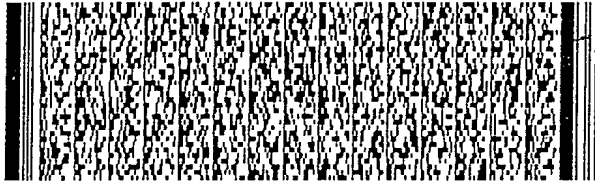
第 24/27 頁



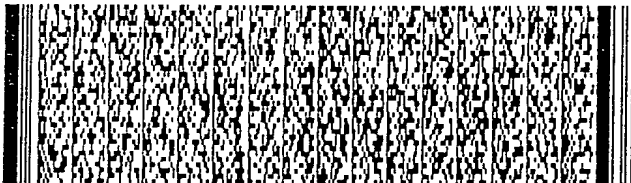
第 24/27 頁



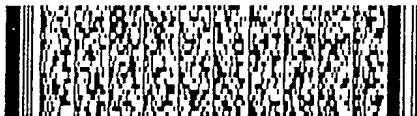
第 25/27 頁

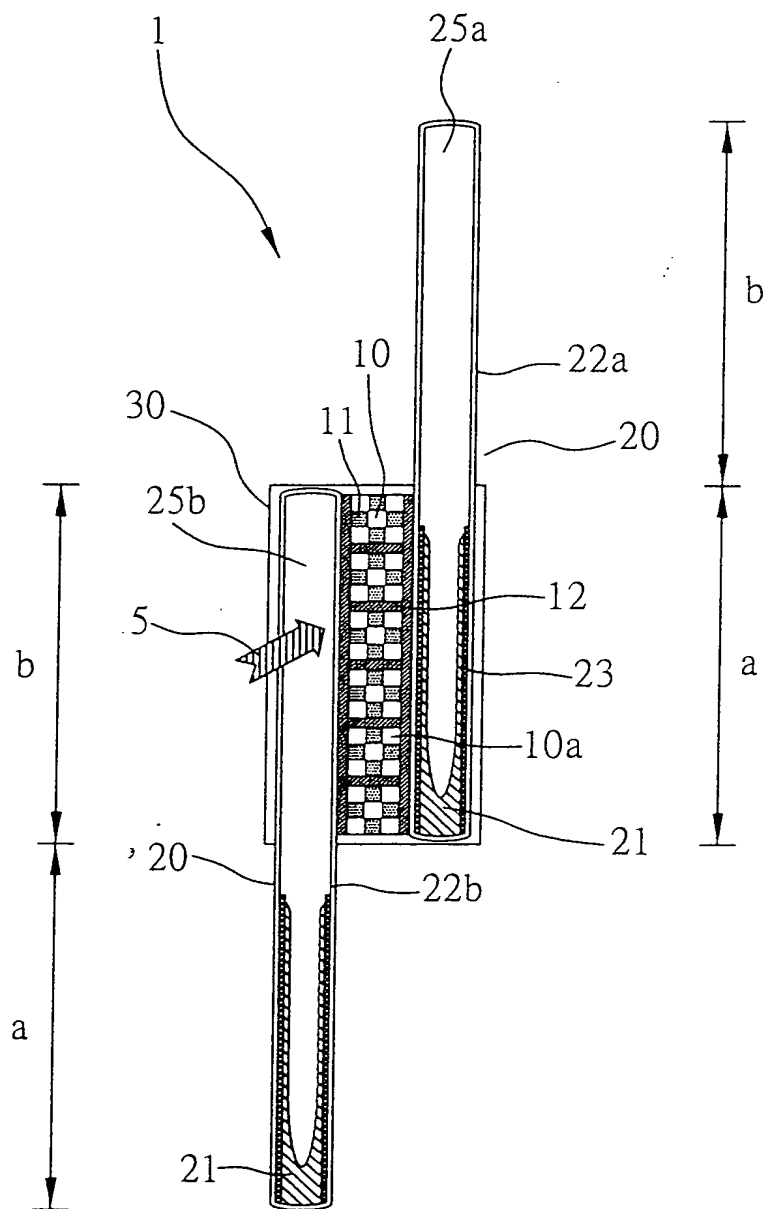


第 26/27 頁



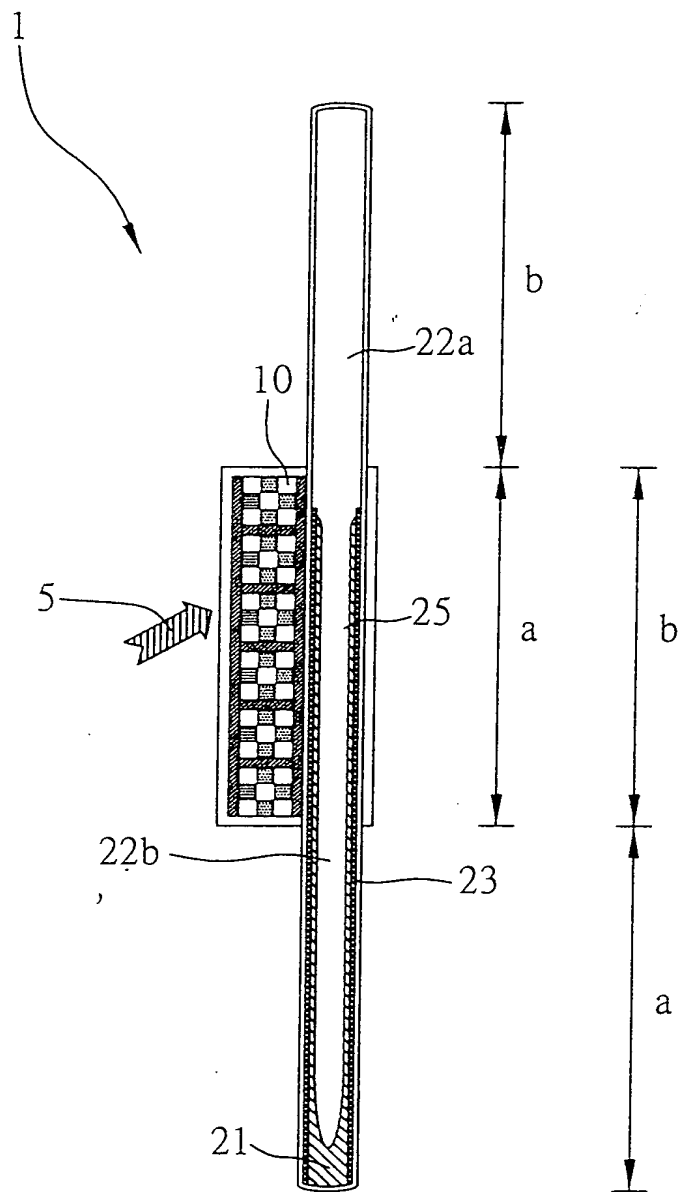
第 27/27 頁



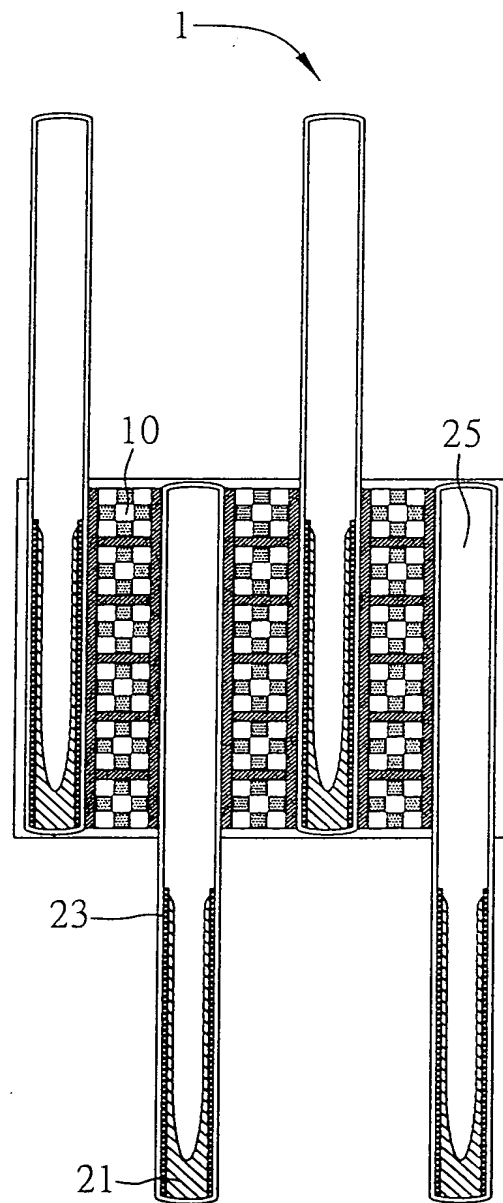
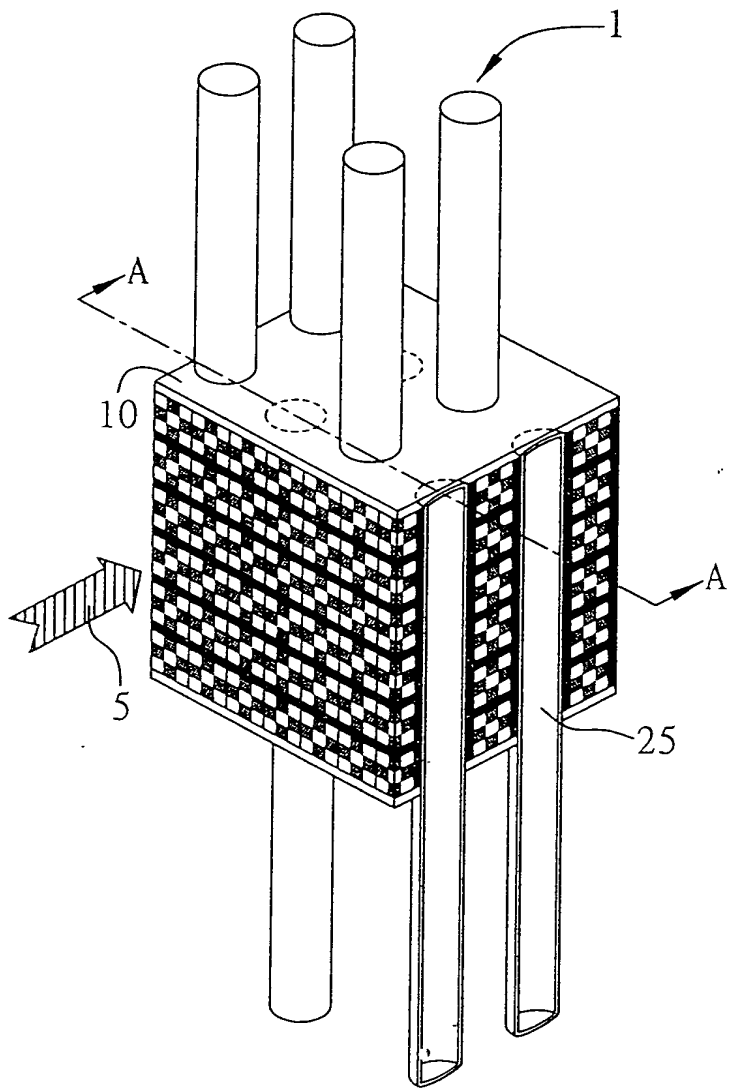


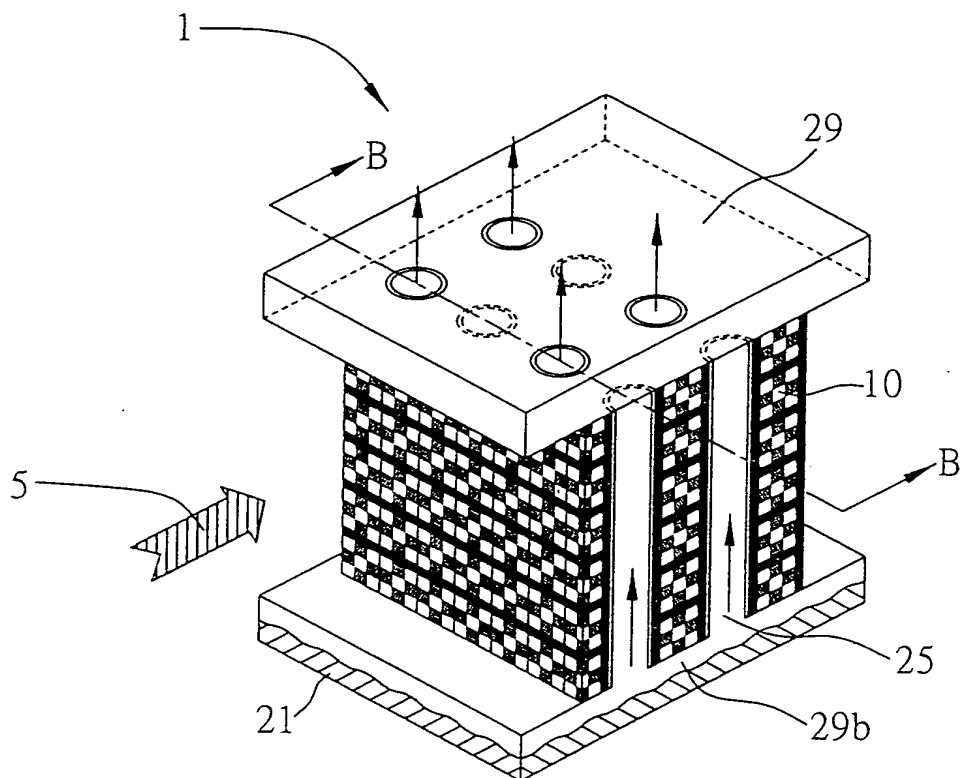
第 1 圖 (代表圖)



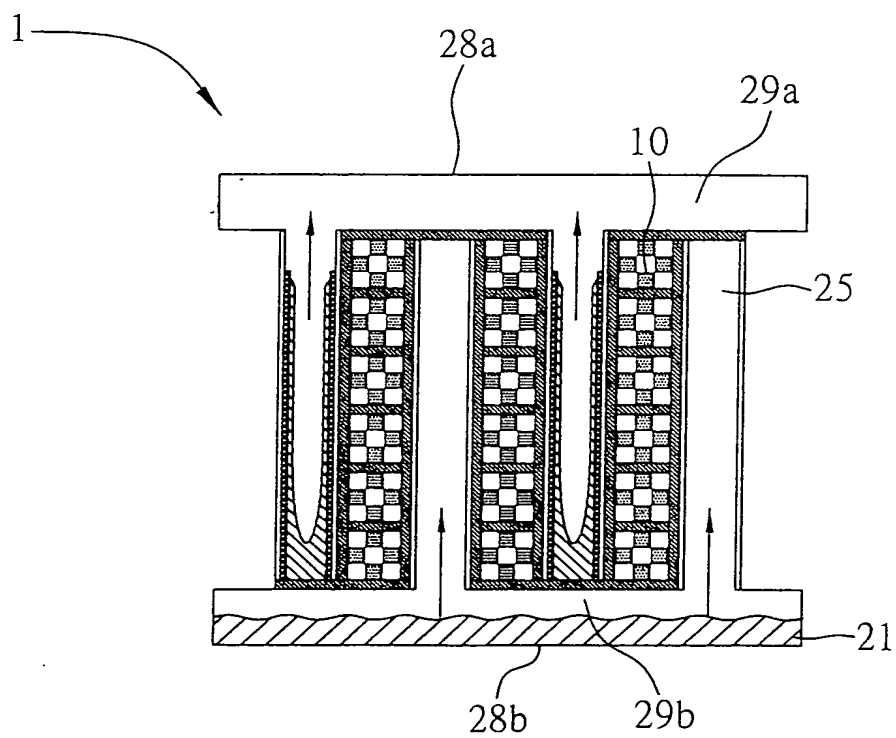


第 2 圖

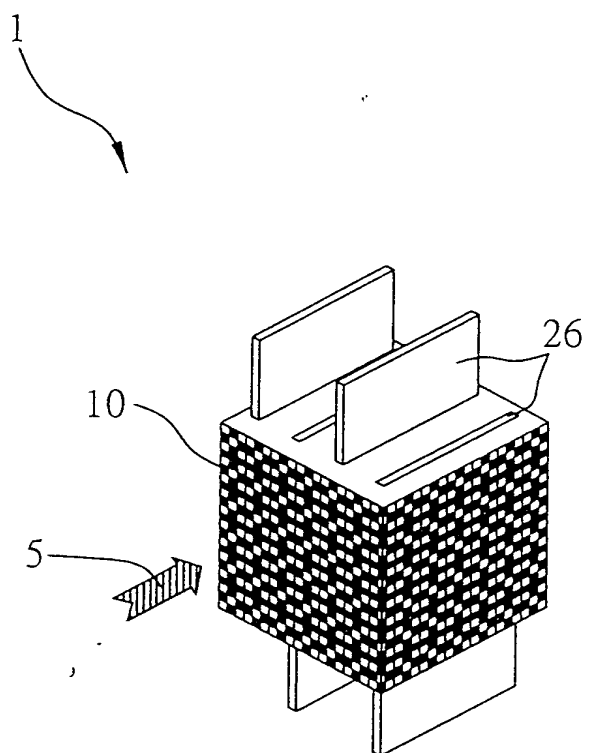




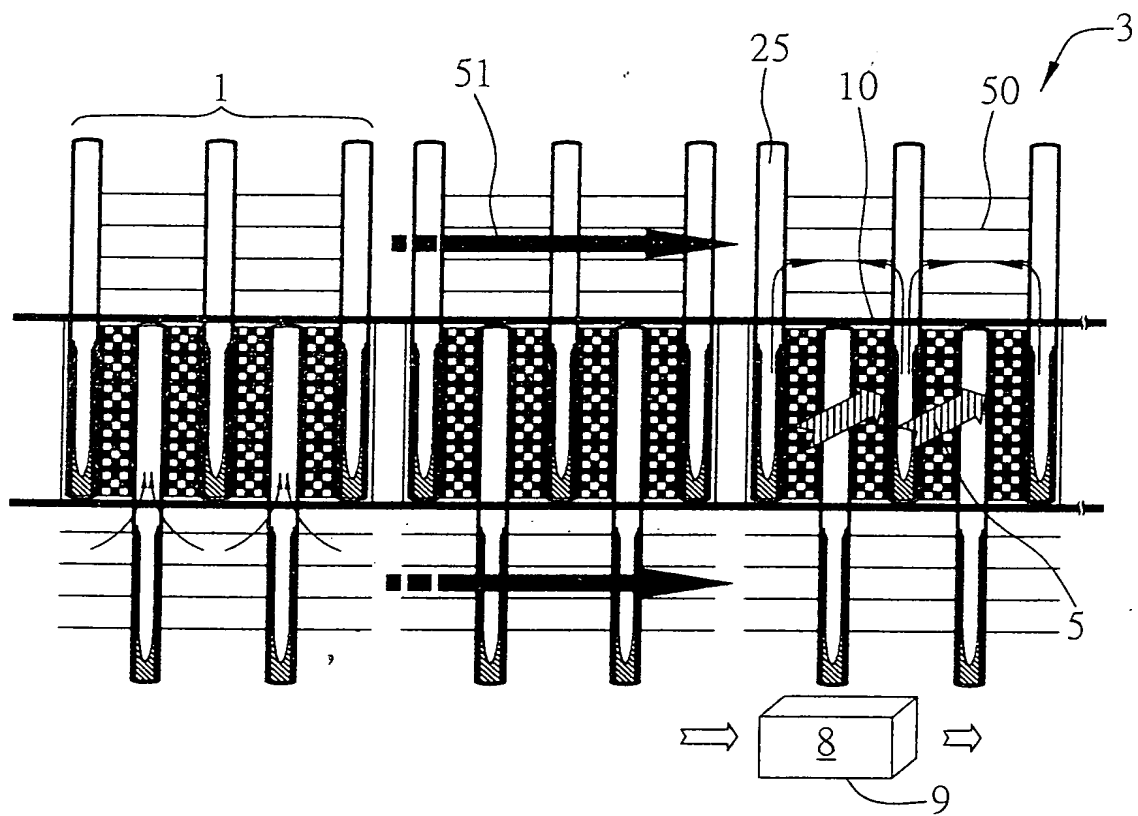
第 4A 圖



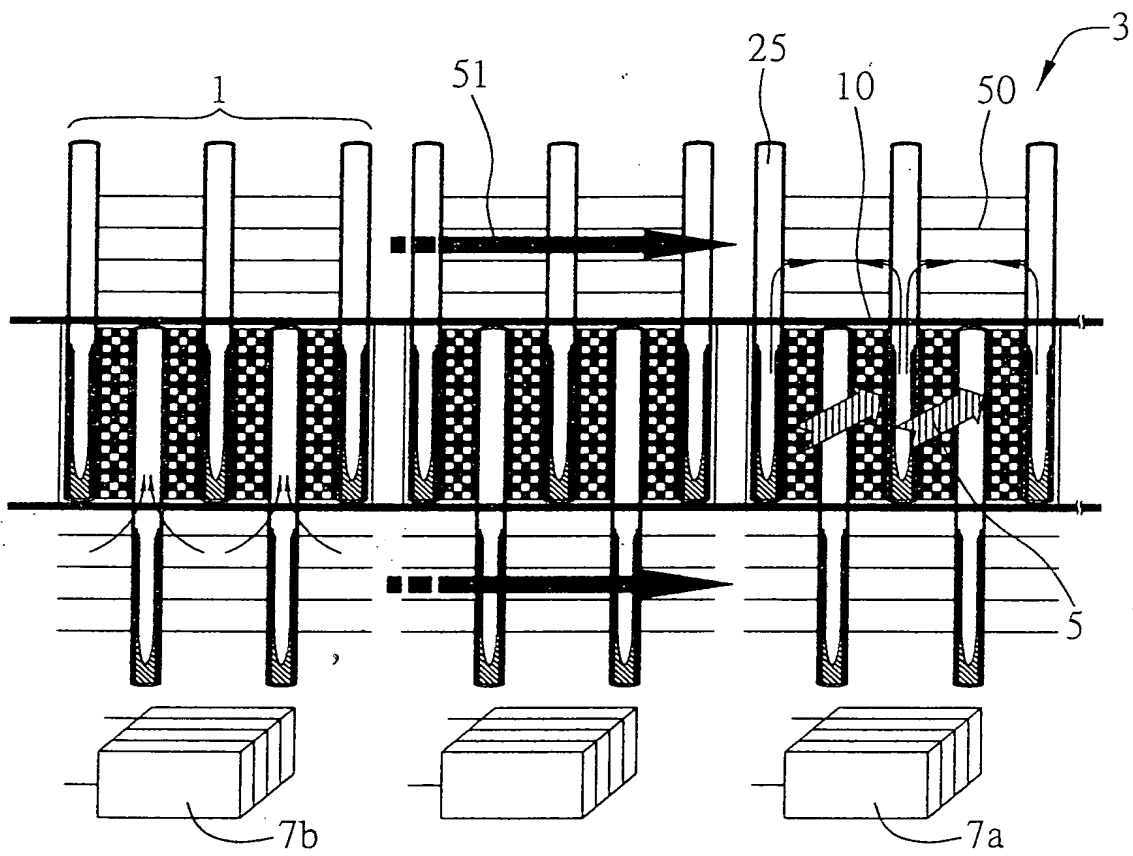
第 4B 圖



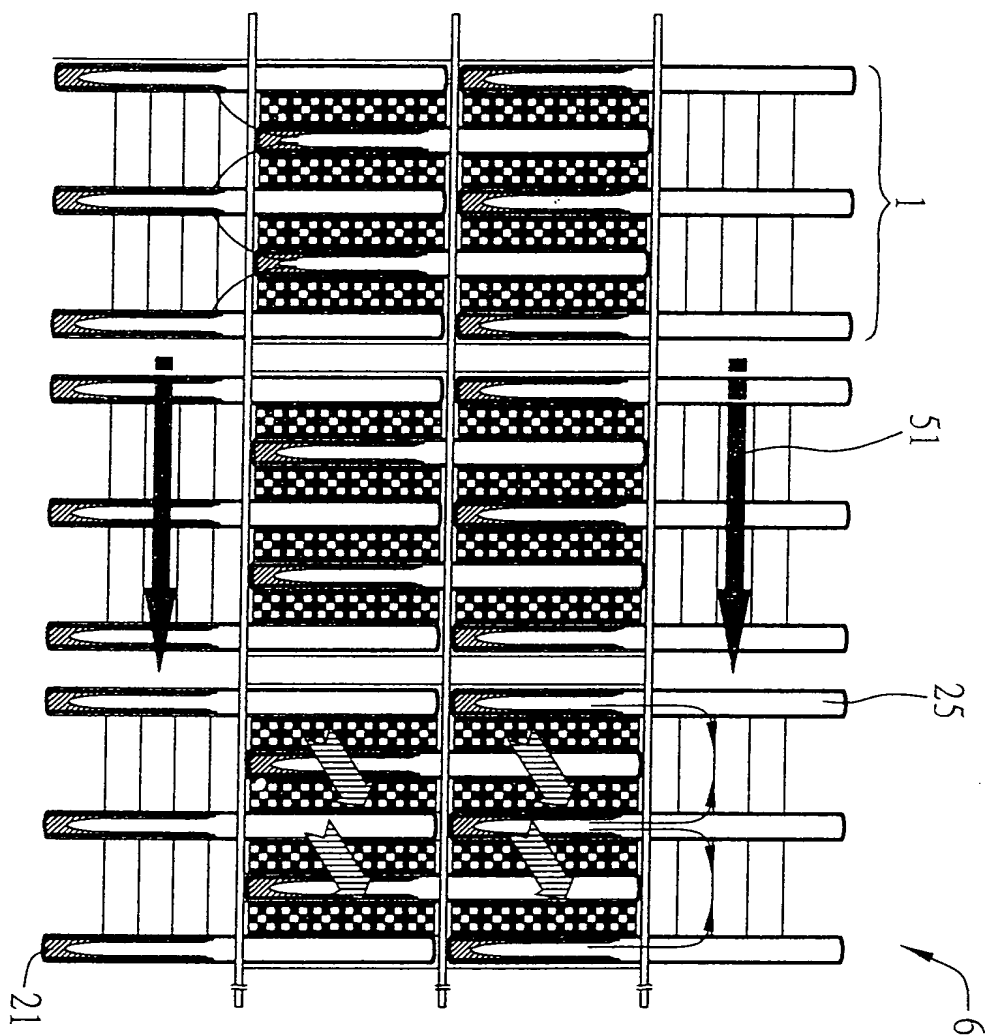
第 5 圖



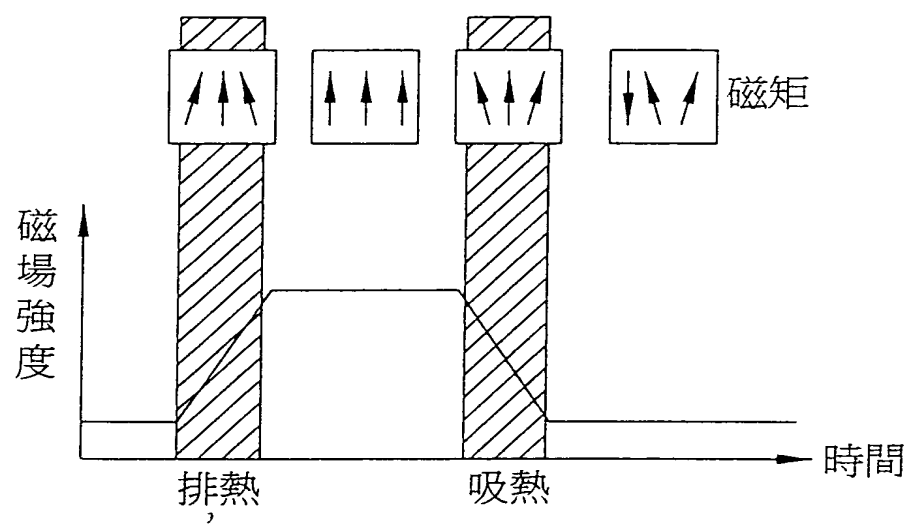
第 6 圖



第 7 圖

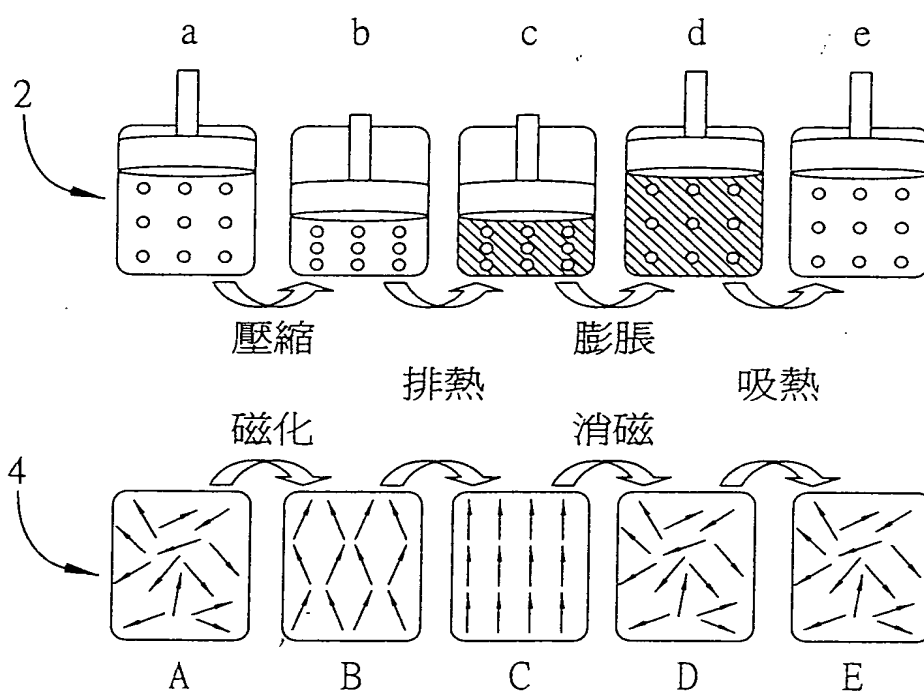


第 8 圖

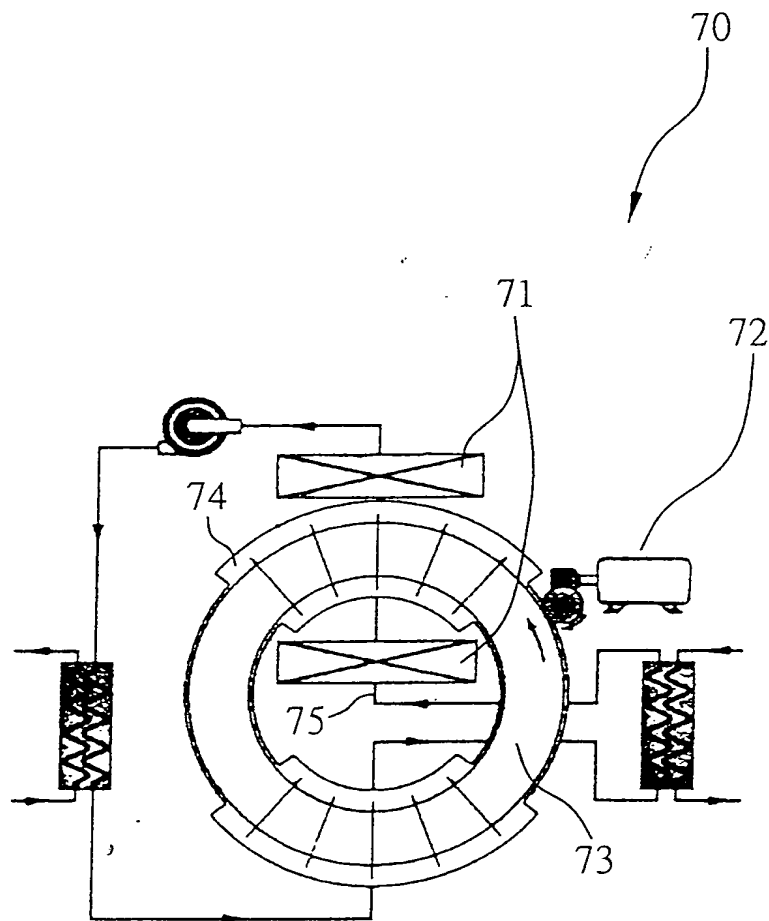


第 9 圖

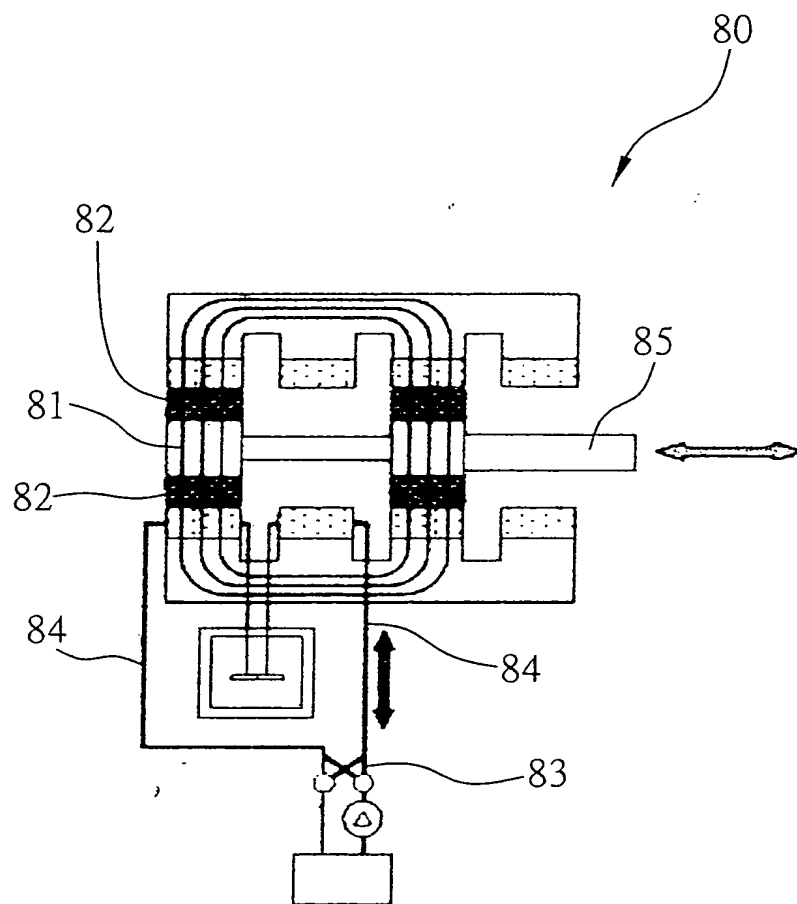




第 10 圖



第 11 圖 (習知技術)



第 12 圖 (習知技術)